

19) RU (11) 2061085 (13) C1

(51) 6 C23C2/12

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

к патенту Российской Федерации

Статус: действует (по данным на 08.06.2004)

(14) Дата публикации: 1996.05.27

(21) Регистрационный номер заявки: 93043505/02

(22) Дата подачи заявки: 1993.09.01

(46) Дата публикации формулы изобретения:  
1996.05.27

(56) Аналоги изобретения: Авторское свидетельство  
СССР N 106370, кл. C 23C 2/12, 1956.

(71) Имя заявителя: Балакир  
Эдуард Андреевич

(72) Имя изобретателя: Балакир  
Эдуард Андреевич

(73) Имя патентообладателя:  
Балакир Эдуард Андреевич

### (54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ИЗДЕЛИЯХ ИЗ ЧЕРНЫХ МЕТАЛЛОВ

Способ получения защитных покрытий на изделиях из черных металлов включает приготовление расплава на основе алюминия и нанесение его на изделие с последующей выдержкой и охлаждением. Изобретенный расплав содержит, мас. %: кремний 14-40, медь 11,6-30,0, цинк 8-21, алюминий остальное.

#### ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Изобретение относится к машиностроению, а именно к получению защитных износо- и коррозионно-стойких покрытий на изделиях из чугуна, работающих в условиях интенсивного изнашивания и агрессивных сред.

Известны способы получения защитных покрытий на основе соединений алюминия и кремния [1] расплав которых наносят на изделие разбрзгиванием и после охлаждения подвергают пластической деформации для получения плотного износостойкого покрытия.

Недостатком данного способа является невозможность нанесения покрытия на сложные профили и внутренние поверхности изделий, большие энергетические затраты, связанные с повторным нагревом и горячим деформированием покрытия, а также опасность появления трещин и разрушения изделия из чугуна.

Наиболее близким по технической сущности к предложенному способу является способ получения защитных покрытий на поверхности черных металлов, включающий приготовление расплава на основе алюминия, содержащего кремний и малые добавки меди, цинка и других примесей, нанесение его на изделие, выдержку и охлаждение.

Ниже сопоставлены основные признаки предложенного способа и прототипа.

1. Состав расплава (мас.)

Прототип.

Сплав 1. Кремний 9-13, остальное алюминий. Допустимые примеси: цинк до 3; железо до 2,5; медь до 1,5; никель до 1; магний до 1; марганец до 0,8.

Сплав 2. Кремний 10-13, остальное алюминий. Допустимые примеси: цинк до 1; железо до 1,5; медь до 0,2.

Сплав 3. Кремний 4-6, медь 1,5; остальное алюминий. Допустимые примеси: цинк 7; железо до 2,5; никель до 0,5; магний до 0,5; марганец до 0,8.

Сплав 4. Первичный алюминий, примеси: железо до 1,5; цинк и кремний до 1; медь до 0,1.

Предложенное решение Кремний 14-40 Медь 11,6-30 Цинк 8-21 Алюминий остальное

## 2. Назначение (функции) расплава.

Прототип.

После затвердевания (криSTALLизации) расплава на поверхности заготовок из черного металла образуется защитное покрытие с переходным слоем из интерметаллидов алюминия и железа. Допустимые примеси в сплавах 1,2 и 3 и примеси в сплаве 4 в указанных концентрациях соответствуют их растворимости в алюминии или образованию эвтектик с участием промежуточных фаз и алюминия. Поэтому указанные примеси влияют в основном на кинетику кристаллизации расплава.

Предложенное решение.

В расплаве присутствуют диффузионно-активные элементы алюминий и кремний, и активаторы их диффузии в серый чугун медь и цинк. Определенные соотношения этих элементов обеспечивают ускоренный рост упрочненного слоя, предотвращающего растворение поверхности чугуна, и приводят к формированию износостойкой зоны повышенной твердости.

## 3. Условия защиты.

### 3.1. Температура, °С

Прототип 670-720

Предложенное решение 800-900

### 3.2. Длительность контакта с расплавом.

Прототип

0,5-3 мин

Предложенное решение.

В зависимости от требуемой толщины упрочненной (защитной) зоны, средняя скорость роста которой 0,9-1,6 мм/ч.

## 4. Характеристика защитного слоя.

### 4.1. Толщина

Прототип

В описании изобретения не указана. По аналогии с подобными методами и близким по составу расплавом не более 0,1-0,2 мм.

Предложенное решение.

От 0,1 до 10 мм и более, в зависимости от длительности контакта с расплавом и его массы.

### 4.2. Равнотолщинность по всей поверхности изделия.

Прототип

Не обеспечивается.

Предложенное решение.

Гарантируется.

### 5. Свойства защитного слоя.

Приводится лишь итоговая оценка и/или решающие причины проявления свойства покрытия в прототипе и предложенном способе.

#### 5.1. Твердость

Прототип

Не более чем на 20-50% выше твердости основы сплава алюминия (сплав 4) и эвтектики алюминий-кремний (АЛ-2) (сплавы 1,2,3), т.е. не более НВ 70-80 кгс/мм<sup>2</sup>.

Предложенное решение.

Микротвердость: основы упрочненного слоя 950 кгс/мм<sup>2</sup>, включений 1050 кгс/мм<sup>2</sup>.

### 5.2. Износостойкость

Прототип

Не выше, чем у АЛ-2. Применимо лишь в статических условиях нагружения из-за значительной разности механических свойств поверхностного, переходного слоя и основы.

Предложенное решение.

Высокая, в 12-15 раз превышающая износостойкость незащищенного чугуна.

5.3. Коррозионная стойкость.

Прототип.

Ниже, чем у АЛ-2 и алюминия, удовлетворительно стойких лишь в обычных атмосферных условиях. По данным автора, применение флюса приводит к резкому усилению коррозии (окислению) чугуна, вызванной выделением хлористого водорода в результате гидролиза хлоридов.

Предложенное решение.

Высокая, на уровне традиционной нержавеющей стали 12Х18Н10Т.

5.4. Сохранение исходных размеров изделия.

Прототип.

Невозможно по существу технологического процесса формирования защитного слоя нестабильной толщины.

Предложенное решение.

Гарантируется механизмом формирования упрочненного (защитного) слоя, определяемого соотношением компонентов расплава.

Из сопоставления видны существенные отличия и преимущества предложенного способа, а именно упрочненный (защитный) слой формируется от поверхности вглубь по сечению детали из серого чугуна в результате реакционной диффузии алюминия и кремния из расплава заэвтектического по кремнию состава в присутствии активаторов меди и цинка, в то время как в прототипе защитное покрытие образуется на поверхности черного металла при кристаллизации собственно расплава первичного алюминия или алюминий-кремниевой эвтектики с примесями. Предложенный способ позволяет обеспечить возможность полной (сквозной) проработки сечения изделия (в том числе сложной геометрии), сохранив при этом форму и размеры, поднять коррозионную стойкость до уровня нержавеющей стали 12Х18Н10Т, увеличить в 12-15 раз износостойкость. Способность к пропитке упрочненного слоя медным сплавом позволяет, кроме того, обеспечить высокие антифрикционные свойства, не уступающие бронзе.

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Способ получения защитных покрытий на изделиях из черных металлов, включающий приготовление расплава на основе алюминия, содержащего кремний, медь и цинк, нанесение его на изделие, выдержку и охлаждение, отличающийся тем, что готовят расплав, содержащий компоненты при следующем соотношении, мас.

Кремний 14 40

Медь 11,6 30,0

Цинк 8 21

Алюминий Остальное